

津波浸水想定区域の指定による 地価公示価格への処置効果の分析

河合 千里¹・中居 楓子²・秀島 栄三³

¹学生会員 名古屋工業大学 工学部社会工学科 (〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町)
E-mail:c.kawai.586@stn.nitech.ac.jp

²正会員 名古屋工業大学助教 工学研究科社会工学専攻 (同上)
E-mail:nakai.fuko@nitech.ac.jp

³正会員 名古屋工業大学教授 工学研究科社会工学専攻 (同上)
E-mail:hideshow.eizo@nitech.ac.jp

津波浸水想定が設定されたことにより地域の資産などの空間分布は徐々に変化しているとみられる。そこで本研究では地域への影響として地価に着目し、浸水想定区域指定が地価に及ぼした影響を分析したうえで、その影響の大きさが地域性などどのように関係しているのかを明らかにする。分析方法としては、傾向スコアマッチングを行い、地価形成要因の影響を除いたうえで差分の差分分析を行い、津波浸水想定区域指定による処置効果を求める。分析の結果として、都市部、観光地は受けた影響が小さく、沿岸部や都心から離れた地域は受けた影響が大きいと分かった。

Key Words: land price, difference-in-difference, propensity score, tsunami inundation zone

1. はじめに

2011年12月に制定された津波防災地域づくりに関する法律¹⁾では、二つのレベル(L1, L2)の津波を想定した防災の方針が打ち出された。L1は海岸堤防の建設において設定する津波、L2は海岸保全施設だけでなく、まちづくりと避難をあわせた総合的防災対策において設定する津波である。この考え方は全国の津波対策で採用され、各地でL2に相当する津波浸水想定が設定された。沿岸の自治体では「津波災害警戒区域」などの指定や推進計画等が進められており、地域の資産などの空間分布も変化しているとみられる。本研究では、それらの地域への影響として、地価公示価格に着目する。地価公示²⁾とは、地価公示法に基づき、国土交通省土地鑑定委員会が一般の土地の取引価格の指標とするため、都市計画区域等における標準地を選定して、毎年1月1日時点の1m²当たりの正常な価格を判定し公示するものであり、地価公示によって定められた価格が地価公示価格(以下、「地価」と表記)である。ここにおいて正常な価格とは土地の市場価値を適切に表示した価格のことを指す。

災害リスクと地価の関係性に関しては、特定の地域に着目した既往の知見がある。羽鳥ら³⁾によると名古屋市では2000年から2013年に発生した豪雨による実際の被害区域よりも浸水想定区域のほうが地価に与える影響が

大きいことがわかった。また、浸水想定区域の中でも過去に被害経験がない区域は浸水想定区域に指定された後、地価がより大きく下落することがわかった。岩橋ら⁴⁾の研究によると奈良県大和川流域では水害経験回数より、浸水深のほうが地価に与える影響が大きいことがわかった。これらの研究から、豪雨や洪水などの水災害の浸水想定は地価に影響を与えていることが明らかになった。

これらの研究は比較的発生頻度が高い河川の洪水リスクが対象であるが、津波災害におけるL2への対策による地域への影響の評価についてはまだ例がない。本研究では、津波浸水想定区域指定による地域への影響として地価に着目し、地価にもたらす影響を明らかにしたうえで、災害の種類や頻度、規模が異なる場合に地価への影響にも違いがみられるか先行研究を踏まえて考察する。

2. 分析方法

(1) 欠損データとその補完方法

津波浸水想定区域に指定されたことによる地価への影響を求めるうえで、地域によって標高や土地利用など、浸水の有無にかかわる地域属性が異なるため、浸水の有無で地価を単純比較すると地域属性による地価の変化を考慮することができない。そこで、同じ地点において浸水想定区域に指定された場合(以下、「浸水あり」と表

記)と指定されていない場合(以下、「浸水なし」と表記)の結果を比べる必要があるが、ある地点が浸水ありの場合、その地点が浸水なしだった場合の反実仮想における地価データは必然的に欠損する。本研究では、この欠損を傾向スコアマッチングによって補完することで、比較できるようにする。

(2) 傾向スコアマッチング

傾向スコア³⁾とは、第*i*対象者の共変量を x_i を条件づけた時に第*i*対象者が介入群に割り当てられる($z_i = 1$ となる)確率 e_i のことである。本研究では*i*は地価データのある個別の地点、 x_i が浸水の有無と地価に影響を与える共変量、 $z = 1$ が浸水ありの地域、 $z = 0$ が浸水なしの地域としたときに、共変量を条件づけたときに地点*i*が $z = 1$ の群へ割り当てられる確率 e_i のことである。

本研究では、*n*個の共変量 $x = (x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$ を説明変数、浸水の有無を被説明変数としたロジスティック回帰式 αx^T によって傾向スコアを推定する。回帰の結果にリンク関数にロジット関数を適用することで、処置群に割り当てられる確率、すなわち式(1)の傾向スコアとなる。洪水リスクを対象とした既往研究⁴⁾では原因変数を水害リスク(水害経験回数や浸水深)、結果変数を地価とし、ヘドニックアプローチを用いて分析を行っているが、本研究は原因変数が浸水の有無という二値変数であるためロジスティック回帰を用いる。

$$p(z_i = 1|x_i) = e_i = \frac{1}{1 + \exp(-\alpha x^T)} \quad (1)$$

共変量の係数パラメータ $\alpha = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ は各共変量が浸水の有無に作用する効果の大きさを表している。傾向スコアが近い処置群の地点と対照群の地点は、浸水ありに割り当てられる確率が近いので、2群をペアとし浸水の有無の割り当てがランダムに行われたとみなすことができ、欠損しているデータを補完することができる。

織田澤ら⁹⁾によると傾向スコアは複数の共変量を一つに集約した値であるため、傾向スコアを用いた推定法は不適切な属性を共変量として加えるなどして、モデルの設定を誤ったとしてもセレクションバイアスが小さく推定結果に大きなずれが生じない。したがって、様々な属性の影響を受けていると考えられる浸水の有無での処置群と対照群をマッチングする際には傾向スコアを用いることでモデルの誤設定を防ぐことができる。傾向スコアによる欠点は、処置群における処置効果しか推定されず、欠損している結果変数の周辺期待値を推定することができない点や、処置群と対照群で分析対象の数に偏りがある場合、分析対象の数が多いほうのデータの数が多くが利用されずに無駄になるという点がある。

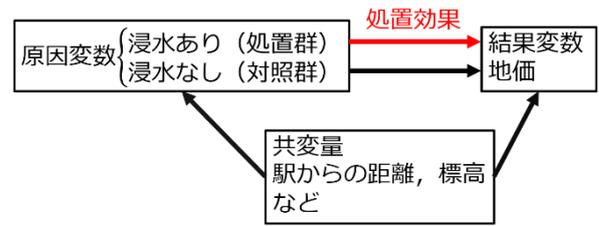


図-1 変数の関係図

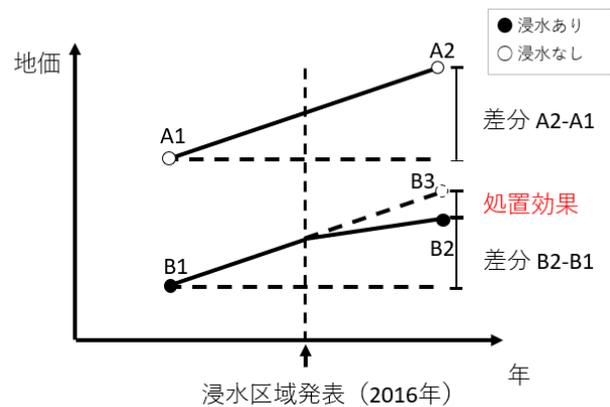


図-2 浸水区域発表の処置効果

(3) 差分の差分分析

本研究では、浸水の有無(原因変数)が、地価(結果変数)に与えた処置効果(図-1)を差分の差分法(DID: Difference-in-Differences)によって推定し、地域間の処置効果の差を分析する。差分の差分分析(図-2)とは、「処置群(浸水あり)における浸水区域発表前後の結果変数の差(B2-B1)」と「対照群(浸水なし)における浸水区域発表前後の結果変数の差(A2-A1)」の差を求めることで浸水区域発表による処置効果((B2-B1) - (A2-A1))を求める分析である。今回の分析で扱う地価のように時間的に変化する変量について、その変化の具合が変わったかどうかを明らかにすることが出来る。

また、差分の差分法でもとめられた値を処置効果とみなすには、分析するデータが次の二つの仮定を満たしている必要がある。一つ目の仮定は共通ショックである。共通ショックとは、処置群と対照群のどちらかのみが生じた、浸水区域指定以外の別の政策やイベントがないことを示す仮定である。もし、介入の前後で一方のみが生じたイベントがある場合、トレンドの変化が介入によるものなのか、それとも外生的なショック(別の処置)によるものかが判別できない。両群ともに共通のショック(COVID-19による外出自粛など)を受けているのであれば、共通ショック仮定は満たされる。

二つ目の仮定は平行トレンドである。平行トレンドとは、処置が行われなかった時、対照群と処置群の地価の

推移が平行になるというものである。図-2において浸水区域発表が行われなかったとき、地価の推移が B1 と B3 の傾きと一致する場合、この仮定が成立するといえる。もし、浸水区域発表以前から地価の推移が処置群と対照群で異なる場合平行トレンドを満たさない。また、平行トレンドを満たすためには処置群と対照群が互いに類似している必要があるが、これは傾向スコアマッチングによって処置群に割り当てられる確率が近くなるように調整した。しかし、マッチングしたペアの浸水区域発表以前の地価の推移を完全に一致させることは難しく、平行トレンド仮定を満たすことにはまだ課題が残る。

3. 分析対象と使用データ

原因変数は、浸水の有無をダミー変数で表したもので浸水ありを $z = 1$ 、浸水なしを $z = 0$ とした。結果変数は国土数値情報ダウンロードサービス⁷から入手した2020年の公示地価を用いる。この公示地価のデータは全都道府県で25,993地点分あり、例えば北海道札幌市中央区双子山2-3-12のように各地点の住居表示データが含まれている。また、処置効果を求める際に原因変数と結果変数の両方に影響を与える共変数の影響によって、原因変数が結果変数に与えた純粋な処置効果が測れない場合がある。それを防ぐため浸水想定区域の条件以外は変化していないことが求められる。したがって、前年から駅からの距離や用途区分の変化がないデータを抽出し標準地が変更していないポイントのみを分析に用いた。原因変数として用いる浸水想定区域のデータは、情報提供不可の秋田県、新潟県、愛知県、和歌山県、岡山県、香川県と2017年に浸水域が公表された北海道、石川県、岐阜県、島根県と2018年に浸水域が公表された千葉県、鳥取県のデータは2020年と直近であり、地価への影響が出ていないと考えられるため分析対象から除いた。分析に用いた都道府県は35都道府県(表-1)である。共変数の候補となるデータは表-2のとおりである。

4. 平行トレンド仮定を満たす対照群の検討

(1) 地価(結果変数)の推移の分析

都道府県全体の地価の推移を見ることで、全国で地価が経済や災害などの影響を受けていないか分析する。

都道府県ごとの2007年から2020年の公示地価の平均の推移は図-3から図-5のとおりである。グラフの形が下に凸になっており、2012年、2013年が最低価格となっている都道府県(図-3)が、宮城県、福島県、埼玉県、滋賀県、奈良県、長崎県、熊本県、大分県である。公示地価の平均の推移が右下がりになっている都道府県(図-4)は青森県、岩手県、山形県、茨城県、栃木県、群馬県、富山県、福井県、山梨県、長野県、静岡県、三重県、山口県、徳島県、愛媛県、高知県、佐賀県、宮崎県、鹿児島県である。公示地価の平均の推移が右上がりになっている都道府県(図-5)は東京都、神奈川県、京都府、大

表-1 分析対象の都道府県

分析対象の都道府県	青森県、岩手県、宮城県、山形県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、東京都、神奈川県、富山県、福井県、山梨県、長野県、静岡県、三重県、滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、広島県、山口県、徳島県、愛媛県、高知県、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県、沖縄県
分析対象から除いた都道府県	北海道、秋田県、千葉県、新潟県、石川県、岐阜県、愛知県、和歌山県、鳥取県、岡山県、香川県

表-2 分析に用いた変数

原因変数	浸水の有無
結果変数	地価公示価格
共変数の候補	地積、ガス水道の有無、駅からの距離、建ぺい率、容積率、人口増減率、平均年齢、各産業就業者割合、昼夜間人口比率、標高、土地用途区分、都市計画区分

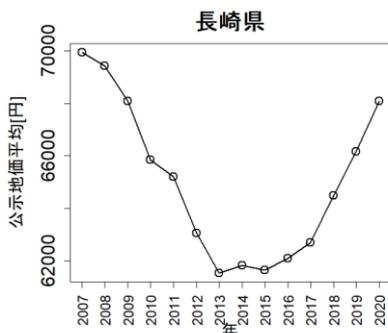


図-3 下に凸の都道府県の例

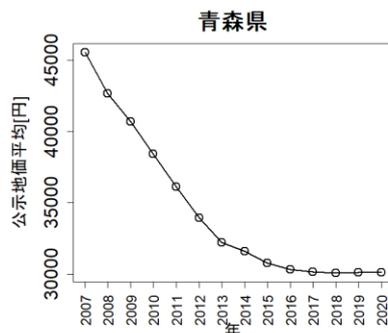


図-4 右下がりの都道府県の例

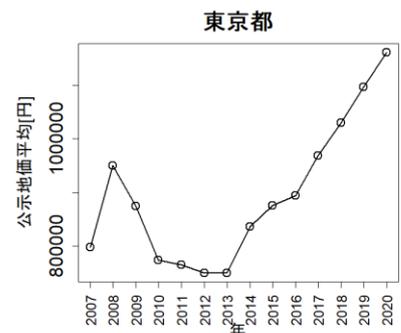


図-5 右上がりの都道府県の例

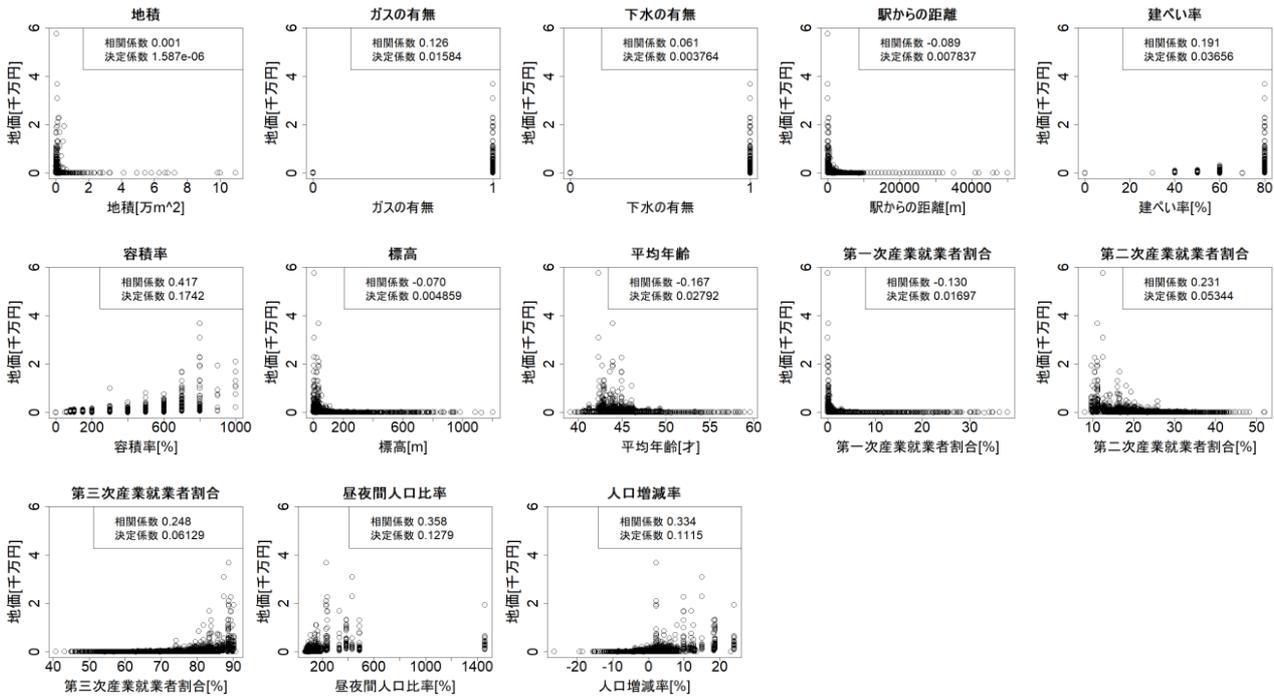


図-6 共変量と地価の関係

阪府，広島県，福岡県，沖縄県となっている。

図-3 や図-5 で 2008 年から地価が大幅に下落した原因は上野⁹⁾によると首都圏ではリーマンショックの影響を受けたと言われているが，首都圏だけでなく大阪府，福岡県などの主要都市圏やその近郊の埼玉県，神奈川県，奈良県，京都府，兵庫県，静岡県，滋賀県においてリーマンショックの影響を受けたと考えられる。このように地価は経済の動向の影響を受け変動することがわかる。

以上の結果から主に大都市圏や観光地は公示地価が右上がりになっており，これらの地域は災害などの影響を受けにくいのではないかと考えられる。また，共変量選択において，大都市圏であることや観光地であることを表すダミー変数を用いる必要があると考えられる。

(2) ランダム化に用いる共変量の選択

処置群と対照群の比較によって処置効果を求めるためには，浸水の有無の割り当てがランダムに行われたとみなせるようにデータを調整する必要がある。そこで，浸水の有無（原因）と地価（結果）の因果関係に影響を及ぼすような地域の属性を共変量として考慮する。

伊東ら⁹⁾は地価形成要因に駅からの距離，地積，容積率，ガス下水整備の有無を加え，肥田野ら¹⁰⁾は商業地の地価形成要因に，交通利便性，実行容積率，周辺環境を加えた。これらの既往研究をふまえ，本研究では，駅からの距離，地積，容積率，ガスの有無，下水の有無を浸水の有無に影響を与える属性として加えることとした。また，地域の特徴を表す属性として人口増減率，平均年齢，各産業就業者割合，昼夜間人口比率を，浸水の有無

に影響を与える属性として標高を加えた。奥平¹¹⁾によると都市域の地価は社会資本の整備，周辺環境の変化が地価の変動をもたらすとされているため，共変量に土地用途区分と都市計画区分を加えた。

各共変量と地価の散布図を作成し，相関を調べた結果を図-6に示す。共変量の値が大きくなると地価が下がるものは地積，駅からの距離，標高，第一次・第二次産業就業者割合である。共変量の値が大きくなると地価が上がるものは建ぺい率，容積率，人口増減率，第三次産業就業者割合，昼夜間人口比率である。ガスと下水の有無に関してはガスと下水があると地価が上がり，平均年齢が 40 代中盤の地域に属する地点において，地価が高いことがわかる。

(3) ロジスティック回帰モデルの検討

共変量の組み合わせについて複数パターンでのロジスティック回帰を試した。モデルの予測の良さを表す AIC を用いて選択した最適なモデルの結果を表-3に示す。下水の有無，第一種中高層住居専用地域，工業専用地域，防火地域が比較的係数が小さく，各産業就業者割合が比較的係数が大きい結果となった。第一種中高層住居専用地域はマンションが多く，防火地域は住宅が密集している地域に当てはまる。多くの人が住む地域が浸水なしの地域になるのは妥当であると考えられる。また，多くの人が住んでいることから，下水施設が整っていることも考えられる。工業専用地域は工場が多く立地しているため，津波による甚大な被害を避けるために浸水なしの地域に多く立地していると考えられる。

表-3 ロジスティック回帰の結果 (共変量の候補の中で有意な共変量のみ)

	係数	標準誤差	z 値	p 値
切片*	-450.190	98.874	-4.553	5.290×10^{-6}
ガスの有無*	-0.375	0.153	-2.442	0.015
下水の有無*	-0.947	0.176	-5.394	6.880×10^{-8}
建ぺい率*	2.862×10^{-2}	1.305×10^{-2}	4.191	2.780×10^{-5}
人口増減率*	-3.880×10^{-2}	1.789×10^{-2}	-2.168	0.030
平均年齢*	0.109	3.326×10^{-2}	3.269	0.001
第一次産業就業者割合*	4.431	0.986	4.493	7.020×10^{-6}
第二次産業就業者割合*	4.418	0.987	4.478	7.530×10^{-6}
第三次産業就業者割合*	4.450	0.987	4.507	6.570×10^{-6}
標高*	-0.260	1.510×10^{-2}	-17.249	2.000×10^{-16}
第一種中高層住居専用地域*	-0.822	0.219	-3.760	1.700×10^{-4}
工業専用地域*	-1.334	0.421	-3.169	0.002
防火地域*	-0.358	0.157	-2.285	0.022
準防火地域*	-0.437	0.222	-1.967	0.049
市街化区域*	0.449	0.204	2.201	0.028

表-4 マッチングしたペアの一例

処置群	対照群
青森県 青森市造道 2-8-2	愛媛県 新居浜市徳常町 8-4-1
神奈川県 横浜市西区楠町 18番3	埼玉県 戸田市新曾南 2-4-17
静岡県 下田市東中 10-12	三重県 四日市市諏訪栄町 13-2
大阪府 大阪市北区小松原町 4-5	広島県 尾道市栗原西 1-7-10
広島県 広島市中区上幟町 3-24	福岡県 福岡市早良区西新 4-9-13

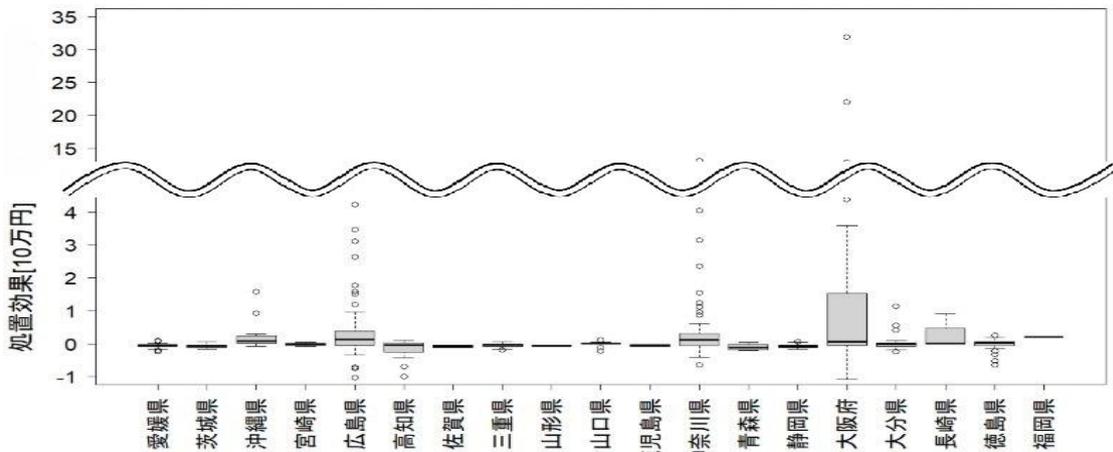


図-7 各都道府県の処置効果

5. 因果効果の推定結果

(1) 傾向スコアマッチングによる分析結果

表-3 で求めた回帰式にデータを当てはめることで傾向スコアを算出してマッチングを行ったところ、558 組のペアができた。表-4 にマッチングしたペアの例を示す。

(2) 差分の差分分析による結果と考察

差分の差分分析を行い、ペアごとの処置効果を求めた。都道府県ごとに処置効果を箱ひげ図にしたところ、中央

値が負の値を取り、浸水区域発表による処置効果が見られた地点が多い都道府県は、青森県、山形県、茨城県、静岡県、三重県、山口県、徳島県、愛媛県、高知県、佐賀県、長崎県、大分県、宮崎県、鹿児島県である。中央値が正の値を取った都道府県は神奈川県、大阪府、広島県、福岡県、沖縄県である。これらの結果から、大都市圏や観光地では、浸水区域として指定されているにもかかわらず処置効果が低い、つまり地価のトレンドにおいて、以前より下落率が拡大することはなかったと言える。

図-8 から図-13 においては全国の処置効果の分布を青



図-8 神奈川県の影響効果



図-9 大阪府の影響効果



図-10 広島県東部の影響効果

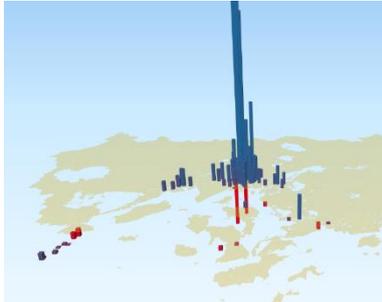


図-11 広島県西部の影響効果

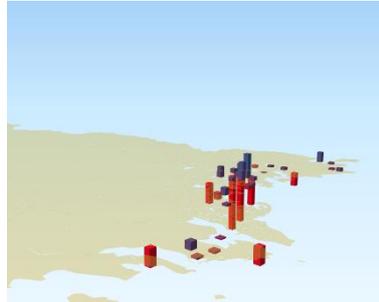


図-12 徳島県の影響効果

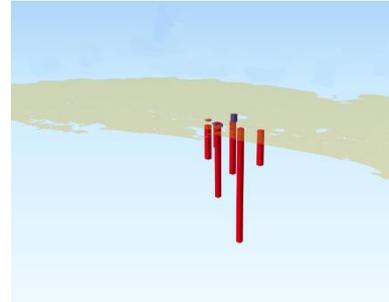


図-13 高知県の影響効果

色（地価が上昇）と赤色（処置効果あり）で表示した。

神奈川県（図-8）では、三浦半島では処置効果が見られるが、横浜市では処置効果が出ておらず地価が上がっている地点が多い。大阪府（図-9）では、沿岸からの距離が近い地点は処置効果が高く、大阪市中心6区（中央区、北区、西区、福島区、天王寺区、浪速区）に含まれる地点は処置効果が見られない地点が多い。広島県では、東部（図-10）の福山市、尾道市、三原市、竹原市において処置効果が高い地点が多く、西部の広島市付近（図-11）において処置効果が見られない地点が多い。徳島県（図-12）においては顕著な特徴がみられず処置効果が高い地点と低い地点が混在している。高知県（図-13）をはじめ、愛媛県、宮崎県では処置効果が見られない地点もあるものの、ほかの都道府県と比べて処置効果が高い地点が多いことがわかった。

横浜市、大阪市中心部、広島市において処置効果が見られないことから政令指定都市は処置効果が出にくいのではないかと考えられる。住吉ら¹⁹⁾の研究で自然災害のリスクは地価に反映されるほど社会的に認知されているとは言い難く、人が暮らすうえでの快適性や利便性には遠く及ばないと述べられているが、本研究でも横浜市、大阪市中心部、広島市の政令指定都市において処置効果が出にくいのはそのような理由が考えられる。

また、処置効果が一番大きい地点が高知県高知市高須新町 2-11-18 の147,321 円であり、高知県においてはその他の地点も処置効果が大きい。この理由に関しては高知県において南海トラフ地震対策行動計画が何度も更新されたり、黒潮町が「日本で最も高い津波が来る町」と言われることで住民の防災意識が高まり、処置効果が高まったのではないのかと考えられる。

6. まとめ

本研究では、津波浸水想定区域が発表されたことで地価が下がる地域があることを示した。また、特に処置効果が高かった地域では住民の防災意識を高める有効な災害対策を行っていたと考えられるため、地方部でありながら処置効果が出なかった地域において、処置効果が高く出た地域の政策や災害対策を参考にすることで防災まちづくりに役立つのではないかと考えられる。

しかし、今回の分析において回帰モデルを作成する際に、浸水の有無に関する共変量を、既往研究で地価形成要因としてあげられていたものを用いたが、浸水の有無との関係は十分考慮できなかった。今後、回帰モデルの作成において共変量を用いる際に浸水の有無という観点からもアプローチをする必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省：
“<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/point/tsunamibousai.html>”。
- 2) 国土交通省：
“<https://www.mlit.go.jp/common/001333866.pdf>”。
- 3) 羽鳥航平, 井上亮: 名古屋市を対象とした水害多発地域における水害危険性が地価に与えた影響の分析影響, 第61回土木計画学研究発表会・講演集, 2020.
- 4) 岩橋佑, 平松敏史, 塚井誠人, 奥村誠: 地価・土地利用モデルを用いた水害リスクの影響分析, 土木計画学研究・論文集, Vol. 23, p. 291-297, 2006.
<http://ci.nii.ac.jp/naid/130004039462/>.
- 5) 星野崇宏: 調査観察データの統計科学. 岩波書店, 2009.

- 6) 織田澤利守, 大平悠季: 交通インフラ整備効果の因果推論: 論点整理と展望, 土木学会論文集d3 (土木計画学), Vol. 75, No. 5, p. 1-15, 2019.
- 7) 国土交通省, 国土数値情報ダウンロード:
“<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>”.
- 8) 上野賢一: 首都圏における中心地からの距離と住宅地価格の関係性に関する一考察, p. 97-105.
- 9) 伊東大悟, 近藤 光男廣瀬 義伸: 時間要因と空間要因を考慮した指数関数型地価形成モデルの理論的構築, The Japanese Journal of Real Estate Sciences, Vol. 16, No. 2, p. 65-76, 2002.
- 10) 肥田野登, 山村能郎, 土井康資: 市場価格データを用いた商業・業務地における地価形成および変動要因分析, 都市計画論文集, Vol. 30, p. 529-534, 1995.
- 11) 奥平忠志: 都市的土地利用と地価の関係について-函館と苫小牧の場合-, 北海道地理, Vol. 1976, No. 50, p. 22-26, 1976.
- 12) 住吉祐輝, 稲垣景子, 佐土原聡: 自然災害リスクが地価に与える影響—地価形成要因分析に基づく被災地と遠隔地の比較—, 東日本大震災特別論文集, No. 5, p. 47-50, 2016.

(2021.3.7 受付)

ANALYSIS OF CAUSAL EFFECTS OF DESIGNATING TSUNAMI INUNDATION ZONE ON LAND PRICE

Chisato KAWAI, Fuko Nakai and Eizo HIDESHIMA